

1. (太陽電池と第2法則) 太陽光は約 6000°C の太陽表面から放出される熱輻射(電磁波)である。太陽電池を一種の熱機関と考え、その最大効率はいくらか。但し、太陽電池は温度 20°C で働くとしなさい。地表に到達する太陽光のエネルギーは入射光に垂直な面で約 $1.0\text{kW}/\text{m}^2$ である。最大効率の太陽電池で 1kW の出力を得たい場合、集光面の面積はどれだけになるか?
2. (熱力学的絶対温度) 理想気体を作業物質としたカルノー・サイクルの効率を計算し、理想気体の状態方程式 ($pV = nRT$) を使って定義した絶対温度 T が熱力学的絶対温度と等しいことを示しなさい。
3. (スターリング・サイクル) 図1は、2つの等積線 (isochore) と2つの等温線 (isotherm) から成るスターリング・サイクル (Stirling cycle) の pV 図である。高温熱浴の温度を T_2 、低温熱浴の温度を T_1 とする。いま、作業物質を1モルの理想気体として、その体積が V_1 から V_2 まで変化するとする。このスターリング・サイクルの効率を求め、カルノー・サイクルの効率と比較しなさい。等積過程でも、断熱過程と違って、熱の移動が起こる事に注意しなさい。温度が下がる場合は、低温熱浴に熱が移行し、温度が上がる場合は高温熱浴から熱を受け取る。

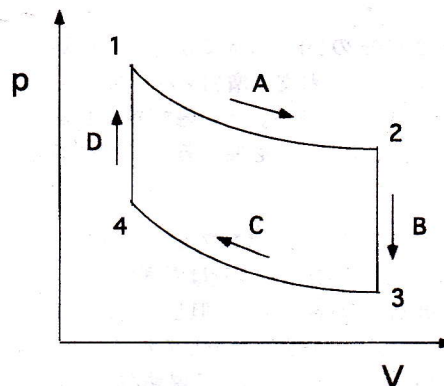


図1: スターリング・サイクル

4. (気体のエントロピー) 絶対温度 T における等温過程でのエントロピーの変化は移行する熱量 ΔQ を使って $\Delta S = \Delta Q/T$ で定義し、断熱過程ではエントロピーの変化はないとする。この定義を用いて、等温過程で気体の体積が V_1 から V_2 に変化したときのエントロピーの変化を求めなさい。また、体積が変わらないで気体の温度が T_1 から T_2 に変化したときのエントロピーの変化を求めなさい。
5. (人のエントロピー) 体内から一日のうちに発生するエントロピーの量はどれだけか? 人体から一日のうちに発生する熱量を 2000Kcal とし、体温を 36°C として計算し、体熱が外界に放出される時のエントロピーの増加は考えなくて良い。また、それは何グラムの水が気温 15°C で気化するときに吸収するエントロピーに相当するか? 但し、水が 15°C で蒸発するときに吸収する潜熱は $4.4 \times 10^4 \text{J/mol}$ として計算しなさい。
6. (エントロピーの微分) エントロピーの微分を

$$dS = \frac{dU + pdV}{T} \quad (1)$$

で定義する。気体の法則 $pV = nRT$ 、 $U = C_V T + U_0$ を用いて、気体のエントロピーを温度と体積の関数として求めなさい。

7. (不可逆過程とエントロピー) 温度 T_2 の高温熱浴から温度 T_1 の低温熱浴に熱量 ΔQ が移行したときのエントロピーの変化を求め、エントロピーが全体として増加することを示しなさい。